

J. Tek. Ling.	Vol. 8	No. 3	Hal. 245-252	Jakarta, September 2007	ISSN 1441-318X
---------------	--------	-------	--------------	-------------------------	----------------

NATRIUM SILIKAT SEBAGAI BAHAN PENGHAMBAT API AMAN LINGKUNGAN

Achmad Hidajat Effendi

Peneliti pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman
Departemen Pekerjaan umum

Abstract

This research aims at investigating the effectiveness of fire retardant siliceous based materials which is made of natrium silicate ($\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Factors related to selection of mixed composition with respect to fire such as the easiness in processing or coating as well as the optimum weight of coating per m^2 are investigated. Experimental method is used in this research with equipment used in this experiment include Fire Propagation Test Apparatus (based on JIS A 1321, 1994, # 605). Experiment is done on Borneo and Red Meranti Wood and comparison is done on the result of test undertaken on these types of wood which are treated with siliceous based fire retardant materials. Investigation also reveals that the more natrium silicate absorbed by the wood will increase the temperature rise (td è) and smoke developed index. Experiment on mixture composition of 1 : 1 on both woods has proven it. The best mixture of siliceous based fire retardant against fire while ensuring ease workmanship is under the ratio 7 : 1 up to 10 : 1, with the layer optimum weight per m^2 is approximately 0.7 kg. Using this type of fire retardant has proven the increase in the quality of Borneo wood and Red Meranti wood from quality class 4 (Semi fire retardant) to become quality class 2 (Semi non combustible).

Keywords : fire retardant materials, natrium silicate, borneo wood, red meranti wood, temperature rise

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Akhir-akhir ini kebutuhan akan kayu semakin meningkat tidak hanya segi kuantitas melainkan juga segi kualitas, dilain pihak kebutuhan kayu yang berkualitas tidak dapat memenuhi laju permintaan yang terus meningkat, akibat langsung adalah semakin mahalnya harga kayu, sehingga sebagian masyarakat banyak yang menggunakan kayu dengan kualitas yang lebih rendah dengan usia pakai yang relatif pendek. Kiranya perlu menjadi bahan pemikiran bersama, bagaimana cara

memenuhi kebutuhan kayu berkualitas tanpa merusak eko sistem lingkungan atau tidak semata-mata melakukan penebangan untuk mencari keuntungan tanpa memberi solusi melalui penelitian, misalnya menciptakan kayu sintetis. Salah satu cara tradisional untuk meningkatkan usia pakai kayu adalah dengan proses pengawetan yang sekaligus dapat berfungsi meningkatkan ketahanan kayu terhadap api, melalui cara perlakuan bahan penghambat api terhadap kayu. Kayu dan

bahan berbasis kayu merupakan bahan yang mudah terbakar, oleh karena itu untuk meningkatkan ketahanan kayu diperlukan bahan penghambat api. Bahan penghambat api adalah suatu bahan senyawa kimia yang berfungsi untuk mencegah timbulnya penyalan dan penjaran api pada permukaan suatu bahan termasuk kayu dan bahan berbasis kayu. Selaras dengan Surat Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 02/KPTS/1985, yang menyatakan bahwa suatu langkah dapat dilakukan agar bangunan rumah dan gedung dapat memenuhi ketentuan ketahanan terhadap api, yaitu dengan penggunaan bahan penghambat api pada bahan bangunan yang membentuk struktur utamanya.

1.2. Permasalahan

Sejalan dengan pesatnya perkembangan pengetahuan dan perekonomian masyarakat akhir-akhir ini, ditandai dengan meningkatnya kebutuhan akan perumahan yang sehat, berdampak terhadap peningkatan kebutuhan kayu sebagai salah satu bahan bangunan utama. Sedangkan sumber daya kayu saat ini sudah semakin terbatas, sehingga pengendalian dan pengawasan Pemerintah dalam sektor perkayuan semakin ketat. Sementara itu data statistik kebakaran menunjukkan bahwa bangunan rumah tinggal yang terbakar dengan jenis konstruksi bangunan kayu menduduki peringkat pertama, hal ini akibat sifat kayu yang sangat rentan terhadap bahaya kebakaran.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini, adalah untuk memperoleh komposisi campuran, berat lapisan yang optimum per m², dan kinerja kehandalan bahan penghambat api natrium silikat terhadap api.

1.4. Lingkup Penelitian

Lingkup bahasan dalam penelitian ini, yaitu pembuatan komposisi campuran dan

pelapisan bahan penghambat api natrium silikat serta pengujian laboratorium, tentang uji jalar api pada permukaan kayu borneo dan meranti merah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

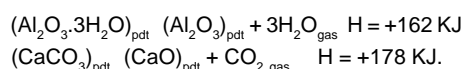
2.1. Pengertian dan Mekanisme Perilaku Bahan Penghambat Api

Bahan penghambat api adalah senyawa kimia yang diberikan kepada suatu bahan melalui perlakuan (*treatment*) tertentu, sehingga bahan tersebut meningkat daya tahannya terhadap api. R. Friedman menyatakan bahwa bahan penghambat api adalah bahan kimia yang dapat mengubah sifat terbakarnya suatu bahan, bila diterapkan pada suatu bahan, maka bahan tersebut menjadi lebih lama tersulut (*ignited*), dan bila tersulut bahan akan terbakar secara perlahan, dibandingkan dengan bahan yang tidak diberi perlakuan bahan penghambat api ⁽¹⁾. Pendapat Lyons bahan penghambat api adalah bahan yang mampu menurunkan sifat kemampuan menyala, membuat lambat terbakar dan tidak menyebarkan api secara cepat. ⁽²⁾ Beberapa jenis bahan penghambat api mampu menahan nyala lanjut dari terbakarnya kayu. Tetapi perlu diingat bahwa tidak satupun bahan penghambat api dapat mencegah pembakaran (*combustion*), terutama bila dihadapkan pada pancaran panas radiasi atau pada kondisi dimana konsentrasi oksigen cukup tinggi.

Dalam mekanisme proses menghambat api, terdapat sedikitnya empat pola, yaitu sebagai berikut :

1. Bahan penghambat api membentuk pengarangan dan mengurangi pembentukan gas-gas mudah menyala (*flammable*), misalnya bahan yang mengandung karbon, hidrogen dan oksigen, terurai membentuk arang dan uap air serta gas-gas mudah menyala, seperti CO, H₂ dan gas-gas hidrokarbon. Bahan penghambat api yang efektif akan membentuk lebih banyak arang dan uap air.

2. Bahan penghambat api melepas gas-gas yang memperlambat atau memadamkan reaksi-reaksi pembakaran melalui pengenceran (*dilution*) dan pendinginan, kemudian menghentikan secara kimia berlangsungnya reaksi rantai. Perilaku semacam ini umumnya ditunjukkan oleh bahan penghambat api dari jenis halogen. Selanjutnya bahan penghambat api terurai secara endotermis, serta menyerap kalor yang tanpa kehadiran bahan penghambat api bisa merusak bahan dasarnya, misalnya hidrasi alumina ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) atau kapur padam (CaCO_3) yang dapat dicampur dengan plastik. Bila dipanasi, akan terurai dengan menyerap kalor dan melepas H_2O atau CO_2 yang akan mendinginkan nyala api, sebagai berikut :



Kemudian bahan penghambat api membentuk suatu lapisan diatas permukaan bahan, seperti lapisan kaca atau busa yang pada batas-batas tertentu mampu mengisolasi permukaan bawah terhadap nyala api dari atas.

Bahan penghambat api sering digunakan sebagai bahan additive (tambahan) pada bahan bangunan organik sintetik maupun organik alami dengan maksud meningkatkan kekuatannya termasuk tahan terhadap api.

2.2. Jenis dan Macam Bahan Penghambat Api

Bahan kimia yang biasa digunakan sebagai bahan penghambat api antara lain jenis garam monoammonium dan diammonium fosfat, ammonium sulfat, seng khlorida, sodium tetraborat dan asam borat yang tersusun dalam suatu formula tertentu. Secara keseluruhan bahan penghambat api berpusat pada enam unsur kimia yaitu fosfor, antimon, khlor, brom dan nitrogen. Ion-ion positif dari garam yang paling efektif adalah ammonium (NH_4),

sodium potasium dan zinc. Sedangkan ion-ion negatif adalah fosfat (PO_4)⁻³, borat (BO_2)⁻¹, silikat (SiO_3)⁻², Sulfat (SO_4)⁻² dan sulfanat (NH_2SO_3)⁻⁴. Komponen-komponen organik yang mengandung fosfor, boron, halogen atau nitrogen (umumnya sebagai NH_2) juga digunakan sebagai bahan peresap untuk kayu. Salah satu contoh bahan penghambat api adalah minalit yang terdiri atas campuran diammonium fosfat, ammonium sulfat, boraks dan asam borat dengan perbandingan 1:6:1:2. Zat additive sering ditambahkan untuk mencegah karat, misalnya sodium dichromat. Sedangkan untuk mencegah kelunturan ditambahkan beberapa bahan seperti melamine, urea, asam fosfor dan formaldehyde. Keuntungan bahan tersebut disamping membuat bahan yang diberi perlakuan menjadi tahan terhadap api, juga merupakan bahan pengawet. Selain itu dapat pula meningkatkan kayu terhadap pelapukan yang disebabkan oleh kelembaban dan air. Kerugiannya bahan menjadi bersifat korosif terutama terhadap logam.

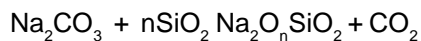
2.3. Kegunaan Natrium Silikat

Natrium silikat digunakan sebagai bahan pelindung kayu dan batu berpori (*porous stone*) zat pengikat untuk pigment, perekat *stone ware*, *water proofing walls* (dinding tahan air), karton/kertas pembungkus yang dilapisi lemak/lilin, pelapis batang las, bahan pengisi untuk sabun, sebagai katalis untuk gasolin dengan nilai oktan tinggi dan akan diuji-coba sebagai bahan penghambat api. Silikat hidrat dari alumina (*aquagel*) digunakan dengan cara yang sama untuk beton tahan air. Semen tahan asam dibuat dari campuran bubuk semen dengan larutan natrium silikat, selain itu dipakai untuk melapisi tanki-tanki bahan kimia⁽³⁾.

2.4. Natrium Silikat Sebagai Bahan Penghambat api

Natrium silikat atau sodium silikat atau *waterglass* yaitu garam yang larut dalam air

dengan komposisi sodium meta silikat (Na_2SiO_3 atau $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$), bentuk lain dari silikat adalah sesquisilikat ($3\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_3$). Natrium silikat biasanya digunakan sebagai bahan detergent, mempunyai sifat pengemulsi dan dapat menambah kekuatan serta memiliki sifat adhesive yang baik. Bentuk padat dari natrium silikat terlihat seperti gelas dan larut dalam air panas, meleleh pada temperatur 1018°C . Bahan natrium silikat ini diperoleh dengan melelehkan pasir, batubara dan soda. Campuran dilarutkan dalam air dan dididihkan dalam waktu lama, reaksi yang terjadi yaitu :



Macam-macam larutan silikat dapat dibedakan dari perbandingan silika terhadap alkali. Perbedaan ini berdasarkan perbandingan persen berat dan tidak menunjukkan bentuk senyawa. Natrium silikat atau larutan yang mengandung 1 mol Na_2O untuk 3,22 mol SiO_2 mempunyai perbandingan persen berat 3,22 % SiO_2 / 1% Na_2O dan ditunjukkan sebagai Natrium Silikat dengan perbandingan 3,22. Di dalam sistem natrium, persen berat dan mol hampir sama, tetapi tidak sama di dalam sistem kalium. Silikat gelas dengan perbandingan 3,22 kadang-kadang ditunjukkan sebagai larutan yang netral, sedangkan ratio 2 bersifat alkali. Potasium Silikat dibuat dengan cara yang sama atau dari larutan kompleks gelas dengan menggunakan kedua sodium dan potasium karbonat, dimana Potasium Silikat lebih larut daripada Sodium Silikat. Menurut hasil (*Philadelphia Quarts Co.*) serbuk halus potasium silikat mengandung 70 % SiO_2 dan 28,4 % K_2O digunakan dalam *ceramic coating* dan *refractory cements*.⁽⁴⁾ Menurut Corlok (*Pencylvania Chemical Corp.*) potasium silikat yang bebas dari fluorida dan senyawa-senyawa Sodium digunakan sebagai semen (perekat) untuk tanki-tanki asam, karena zat ini tahan asam kuat, pengoksidasi, dan mempunyai daya rekat yang baik.⁽⁵⁾ Menurut Quram (*Philadelphia*

Quarts Co.) sebagai pengganti Sodium dapat digunakan juga Ammonium. Dimana Ammonium Silikat berbentuk serbuk putih atau larutan opalescent, digunakan sebagai pengikat untuk *refractory ceramic*.⁽⁶⁾ Natrium Silikat diperdagangkan dalam bentuk cairan kental atau serbuk.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Bahan

Dalam penelitian natrium silikat sebagai bahan penghambat api aman lingkungan ini, bahan yang digunakan adalah :

1. Kayu Borneo (*Pterospermum spp.*) dan kayu Meranti (*Shorea spp.*);
2. Natrium silikat sebagai bahan penghambat api.

3.1. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini, adalah :

1. Alat uji jalar api pada permukaan bahan;
2. Timbangan digital;
3. Jangka sorong;
4. Beaker glass;
5. Gelas ukur;
6. Ember plastik, dan lain-lain.

3.2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental. Percobaan di laboratorium dilakukan untuk memperoleh campuran bahan penghambat api dari bahan natrium silikat, kemudian dilakukan pelaburan pada kayu borneo dan kayu meranti merah untuk memperoleh berat lapisan per m^2 hingga optimum, selanjutnya untuk memperoleh hasil kinerja bahan penghambat api natrium silikat terhadap kenaikan temperatur dan densitas atau kepadatan asap hasil pembakaran, dilakukan dengan menggunakan alat uji jalar api pada permukaan bahan, dengan standar uji JIS A 1321 -1994. Analisis data hasil uji pada penelitian ini akan dilakukan hipotesis uji dari perlakuan dua jenis kayu borneo dan

kayu meranti merah terhadap ketentuan uji sifat jalar api pada permukaan bahan. Apakah terdapat perbedaan perilaku bahan penghambat api natrium silikat terhadap kayu borneo dan kayu meranti merah ditinjau dari kenaikan temperatur (t_d) dan kepadatan asap (CA).

4. RANCANGAN PERCOBAAN

Dalam rancangan percobaan ini, bahan penghambat api natrium silikat diencerkan dengan air, dengan komposisi campuran, sebagaimana terdapat pada tabel 1, dibawah ini.

Tabel 1. Komposisi campuran bahan penghambat api

No.	Na ₂ SiO ₃	H ₂ O
1.	1	0
2.	1	1
3.	2	1
4.	3	1
5.	4	1
6.	5	1
7.	6	1
8.	7	1
9.	8	1
10.	9	1
11.	10	1

Keterangan : 0 tidak diencerkan

Untuk mengetahui kinerja kayu borneo dan meranti merah terhadap kenaikan temperatur dan kepadatan asap dari uji jalar api pada permukaan bahan, maka kedua kayu tersebut diberi perlakuan bahan penghambat api sebagaimana Tabel 1 diatas, dan tanpa diberi perlakuan bahan penghambat api. Kedua perlakuan tersebut terdapat pada tabel 2, Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 2. Hasil uji jalar api pada permukaan kayu borneo dan meranti merah tanpa bahan penghambat api

No.	Sampel	Kenaikan temperatur t _d 9 (°C.menit)	Kepadatan asap (CA)
1.	Borneo1	108,75	142,00
2.	Borneo2	186,25	152,00
3.	Borneo3	165,00	147,00
	Rata2 :	153,33	147,00
4.	Meranti1	236,75	165,00
5.	Meranti2	305,00	172,00
6.	Meranti3	261,25	166,00
	Rata2 :	267,67	167,67

Sumber : Hasil Penelitian Pusat Litbang Permukiman

Tabel 3. Hasil uji jalar api pada permukaan kayu borneo dengan perlakuan bahan penghambat api

No	Sampel	Rata-rata berat lapisan (gram)	Kenaikan temperatur t _d 9 (°C.menit)	Kepa datan asap (CA)
1.	Borneo 1: 0	34,90	00,00	0,83
2.	Borneo 1: 1	100,67	130,00	80,00
3.	Borneo 1: 2	52,43	92,50	69,67
4.	Borneo 1: 3	67,63	77,92	36,00
5.	Borneo 1: 4	50,90	74,58	22,00
6.	Borneo 1: 5	56,50	86,67	41,00
7.	Borneo 1: 6	65,73	84,58	29,17
8.	Borneo 1: 7	49,63	59,58	27,67
9.	Borneo 1: 8	49,00	67,50	32,00
10.	Borneo 1: 9	57,37	65,42	41,67
11.	Borneo 1:10	46,23	52,92	19,33

Sumber : Hasil Penelitian Pusat Litbang Permukiman

Tabel 4. Hasil uji jalar api pada permukaan kayu meranti dengan perlakuan bahan penghambat api

No	Sampel	Rata-rata berat lapisan (gram)	Kenaikan temperatur t _d 9 (°C.menit)	Kepa- datan asap (CA)
1.	Meranti 1: 0	29,40	00,00	00,00
2.	Meranti 1: 1	103,47	197,08	105,33
3.	Meranti 1: 2	85,57	98,35	52,83
4.	Meranti 1: 3	77,40	47,08	39,33
5.	Meranti 1: 4	85,17	31,25	75,33
6.	Meranti 1: 5	74,97	110,83	44,50
7.	Meranti 1: 6	66,50	40,83	46,33
8.	Meranti 1: 7	49,00	14,17	38,67
9.	Meranti 1: 8	68,07	18,33	39,00
10.	Meranti 1: 9	73,57	37,50	46,83
11.	Meranti 1:10	69,90	54,17	47,67

Sumber : Hasil Penelitian Pusat Litbang Permukiman

Tabel 5. Uji hipotesis terhadap kenaikan temperatur kayu borneo dan meranti merah dengan perlakuan bahan penghambat api

Komposisi	Kenaikan temperatur kayu borneo (°C.menit)	Kenaikan temperatur kayu meranti (°C.menit)
1: 1	130,00	197,08
1: 2	92,50	98,35
1: 3	77,92	47,08
1: 4	74,58	31,25
1: 5	86,67	110,83
1: 6	84,58	40,83
1: 7	59,58	14,17
1: 8	67,50	18,33
1: 9	65,42	37,50
1: 10	52,92	54,17

Sumber : Hasil Penelitian Pusat Litbang Permukiman

Tabel 6. Uji hipotesis terhadap kepadatan (densitas) asap kayu borneo dan meranti merah dengan perlakuan bahan penghambat api

Komposisi	Kepadatan (densitas) asap kayu borneo (CA)	Kepadatan (densitas) asap kayu meranti (CA)
1 : 1	80,00	105,33
1 : 2	69,67	52,83
1 : 3	36,00	39,33
1 : 4	22,00	75,33
1 : 5	41,00	44,50
1 : 6	29,17	46,33
1 : 7	27,67	38,67
1 : 8	32,00	39,00
1 : 9	41,67	46,83
1 : 10	19,33	47,67

Sumber : Hasil Penelitian Pusat Litbang Perbukitan

5. PEMBAHASAN

Berdasarkan Tabel 2, hasil uji sifat jalar api pada permukaan kayu borneo tanpa diberi perlakuan bahan penghambat api natrium silikat, diperoleh hasil kenaikan temperatur atau luas kurva temperatur vs waktu dan biasa disebut t_d , rata-rata sebesar $153,33^{\circ}\text{C}$, dengan kepadatan asap atau densitas rata-rata (CA) 147. Kemudian kayu meranti merah tanpa dilapis bahan penghambat api Natrium Silikat diperoleh hasil kenaikan temperatur rata-rata sebesar $267,67^{\circ}\text{C}$.menit, dan kepadatan asap (CA) rata-rata sebesar 167,67. Berdasarkan ketentuan uji sifat jalar api pada permukaan, kedua jenis kayu borneo dan meranti merah tanpa diberi perlakuan bahan penghambat api Natrium Silikat, termasuk ke dalam mutu bahan agak menghambat api (M4).

Evaluasi hasil uji jalar api pada permukaan kayu borneo dan kayu meranti merah pada tabel 3 dan 4, yang diberi perlakuan bahan penghambat api natrium silikat dengan perbandingan 1 bagian berat natrium silikat dengan 0 bagian berat air, baik kayu borneo maupun kayu meranti, menunjukkan hasil yang terbaik ditinjau dari kinerja ketahanan api. Untuk kayu borneo, rata-rata berat lapisan natrium silikat yang diserap sebesar 34,90 gram, dan rata-rata kenaikan temperatur $00,00^{\circ}\text{C}$.menit dengan kepadatan asap (CA) 0,83. Kemudian untuk kayu meranti, rata-rata berat lapisan Natrium

Silikat yang diserap 29,40 gram, dengan rata-rata kenaikan temperatur sebesar $00,00^{\circ}\text{C}$.menit dan rata-rata kepadatan asap atau densitas asap (CA) adalah 0. Berdasarkan ketentuan uji sifat jalar api pada permukaan, kedua jenis kayu borneo dan meranti merah dengan komposisi campuran bahan penghambat api Natrium Silikat 1 : 0, termasuk ke dalam mutu bahan tidak terbakar (M1).

Berdasarkan hasil uji terhadap sebelas komposisi campuran bahan penghambat api Natrium Silikat dengan air, ternyata komposisi yang terbaik untuk kayu borneo adalah 10 bagian berat natrium silikat berbanding 1 bagian berat air, diperoleh hasil rata-rata berat lapisan Natrium Silikat yang diserap oleh kayu borneo sebesar 46,23 gram, dengan kenaikan temperatur rata-rata $52,92^{\circ}\text{C}$.menit dan rata-rata kepadatan asap (CA) sebesar 19,33. Kemudian komposisi yang terbaik untuk kayu meranti merah yaitu 7 bagian berat Natrium Silikat berbanding 1 bagian berat air, diperoleh hasil rata-rata berat lapisan Natrium Silikat yang diserap kayu meranti merah sebesar 49,00 gram, dengan rata-rata kenaikan temperatur sebesar $14,17^{\circ}\text{C}$.menit, dan rata-rata kepadatan asap (CA) adalah sebesar 38,67. Berdasarkan ketentuan uji sifat jalar api pada permukaan, jenis kayu borneo dengan komposisi campuran bahan penghambat api natrium silikat 10 : 1, dan kayu meranti merah dengan komposisi campuran bahan penghambat api Natrium Silikat 7 : 1, termasuk ke dalam mutu bahan sukar terbakar (M2).

Pada penelitian ini dilakukan pula perhitungan uji hipotesis dengan maksud untuk mengetahui perbedaan rata-rata variabel, kayu borneo dan kayu meranti merah yang dilapis bahan penghambat api natrium silikat, dengan komposisi campuran bahan penghambat api dengan air, dari 1 : 1 hingga 10 : 1.

Hipotesis yang dikemukakan adalah *Tidak terdapat perbedaan perilaku bahan penghambat api natrium silikat terhadap kayu borneo dan kayu meranti merah,*

ditinjau dari kenaikan temperatur dan kepadatan asap.

Alternatif : Terdapat perbedaan perilaku bahan penghambat api natrium silikat terhadap kayu borneo dan kayu meranti merah, ditinjau dari kenaikan temperatur dan kepadatan asap.

Dalam perhitungan ini diperlukan harga rata-rata dari tabel 5 dan tabel 6, sebagai berikut : (\bar{x}) dan nilai varian (s^2) untuk variabel kenaikan temperatur, statistik uji yang digunakan adalah statistik uji t, dengan rumus sebagai berikut :

$$t = \frac{\bar{x}_B - \bar{x}_M}{s'' \sqrt{1/n_1 + 1/n_2}}$$

Setelah dilakukan perhitungan, maka diperoleh harga-harga sebagai berikut :

$$\bar{x}_B = 79,17 \text{ dan } s^2_B = 474,18$$

$$\bar{x}_M = 64,96 \text{ dan } s^2_M = 3148,60$$

$$S^2 = \frac{(n_1 - 1) s^2_B + (n_2 - 1) s^2_M}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$S = 42,56$$

Berdasarkan rumus statistik uji diatas, maka diperoleh harga t hitung = 0,75. Dengan mengambil taraf kepercayaan $\alpha = 5\%$ dan derajat kebebasan $dk = 18$, maka dari tabel distribusi t diperoleh harga t tabel = 2,10.

Kriteria pengujian : Hipotesis diterima, jika : $t \text{ tabel} < t \text{ hitung} < + t \text{ tabel}$. Dari perhitungan diatas, diperoleh t hitung berada didalam daerah t tabel.

Dengan demikian dapat disimpulkan, bahwa tidak terdapat perbedaan perilaku bahan penghambat api Natrium Silikat terhadap kayu borneo dan meranti merah ditinjau dari kenaikan temperatur (td è).

Kayu meranti merah tanpa diberi perlakuan bahan penghambat api natrium

Perhitungan hipotesis ditinjau dari kepadatan asap

(\bar{x}) dan nilai varian (s^2) untuk variabel kepadatan asap, statistik uji yang digunakan adalah statistik uji t, dengan rumus sebagai berikut :

$$t = \frac{\bar{x}_B - \bar{x}_M}{s'' \sqrt{1/n_1 + 1/n_2}}$$

Setelah dilakukan perhitungan, maka diperoleh harga-harga sebagai berikut :

$$\bar{x}_B = 39,85 \text{ dan } s^2_B = 398,27$$

$$\bar{x}_M = 48,58 \text{ dan } s^2_M = 632,97$$

$$S^2 = \frac{(n_1 - 1) s^2_B + (n_2 - 1) s^2_M}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$S = 22,71.$$

Berdasarkan rumus statistik uji diatas, maka diperoleh harga t hitung = 0,86. Dengan mengambil taraf kepercayaan $\alpha = 5\%$ dan derajat kebebasan $dk = 18$, maka dari tabel distribusi t diperoleh harga t tabel = 2,10

Kriteria pengujian : Hipotesis diterima, jika : $t \text{ tabel} < t \text{ hitung} < + t \text{ tabel}$. Dari perhitungan diatas, diperoleh t hitung berada didalam daerah t tabel.

Dengan demikian dapat disimpulkan, bahwa tidak terdapat perbedaan perilaku bahan penghambat api natrium silikat terhadap kayu borneo dan meranti merah ditinjau dari kepadatan asap (CA).

6. KESIMPULAN

Kayu borneo tanpa diberi perlakuan bahan penghambat api natrium silikat, berdasarkan uji jalar api permukaan eroleh rata-rata kenaikan temperatur sebesar 153,33°C.menit dengan kepadatan asap (CA) sebesar 147.

silikat, berdasarkan uji jalar api permukaan diperoleh rata-rata kenaikan temperatur 267,67°C.menit, dengan kepadatan asap (CA) rata-rata sebesar 167,67.

Berdasarkan ketentuan uji jalar api permukaan kedua jenis kayu borneo dan meranti merah, tanpa diberi perlakuan bahan penghambat api natrium silikat termasuk ke dalam mutu bahan agak menghambat api (M4).

Kayu borneo dan meranti merah diberi perlakuan bahan penghambat api Natrium Silikat, dengan perbandingan 1 bagian berat natrium silikat dengan 0 bagian berat air, berdasarkan uji jalar api permukaan untuk kayu borneo diperoleh rata-rata kenaikan temperatur sebesar 00,00°C.menit dengan kepadatan asap (CA) sebesar 0,83, sedangkan untuk kayu meranti merah rata-rata kenaikan temperatur sebesar 00,00°C.menit dengan kepadatan asap (CA) sebesar 0,00;

Berdasarkan ketentuan uji jalar api permukaan kedua jenis kayu borneo dan meranti merah, diberi perlakuan bahan penghambat api Natrium Silikat, dengan perbandingan 1 bagian berat natrium silikat dengan 0 bagian berat air, termasuk ke dalam mutu bahan tidak terbakar (M1);

Komposisi campuran bahan penghambat api Natrium Silikat dengan air untuk kayu borneo adalah 10 bagian berat natrium silikat berbanding 1 bagian berat air, diperoleh rata-rata kenaikan temperatur sebesar 52,92°C.menit dengan kepadatan asap (CA) sebesar 19,33.

Komposisi campuran bahan penghambat api natrium silikat yang baik terhadap kinerja api dan mudah dalam penerapan, adalah 7 : 1 dan 10 : 1, dengan berat lapisan optimum per m² sebesar 0,7 kg.

Sesuai hasil perhitungan hipotesis uji, tidak terdapat perbedaan perilaku bahan penghambat api natrium silikat terhadap kayu borneo dan kayu meranti merah, baik ditinjau dari kenaikan temperatur maupun dari kepadatan asap.

Natrium silikat atau water glass sebagai bahan penghambat api, memiliki kehandalan untuk mencegah penjararan dan mampu memadamkan api, disamping bahan tersebut tidak beracun juga aman terhadap lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Friedman, Raymond, 1996, *Principles of Fire Protection Chemistry*, Association, New York.
2. Lyons, J.W., 1995, *The Chemistry and Uses of Fire Retardant*, John Wiley and Sons Inc., New York.
3. Nande Maryuani Momon, 1993, *Penelitian Pendahuluan Penggunaan Water Glass pada Bahan Bangunan Bersemen*, Jurnal Penelitian Pemukiman, No. ISSN 0215-0778, Vol. IX, No. 11-12, Nopember-Desember, Bandung, hlm. 41.
4. Pusat Litbang Permukiman, 1998, *Laporan Akhir Penelitian Bahan Penghambat Api Aman Lingkungan dengan Bahan Dasar Silika*, Proyek Litbang Teknologi Bangunan Perumahan dan Permukiman, Bandung.
5. Sudjana, Prof., Dr., M.A., M.Sc., 1992, *Metoda Statistika*, Penerbit Transito Bandung.